

BESCHREIBUNG**Vorrichtung und Verfahren zum Einschleusen von Schüttgut in eine pneumatische Förderleitung**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Einschleusen von Schüttgut aus einem Vorbehälter oder einem Stauraum durch einen Schleusraum in eine pneumatische Förderleitung, wobei der Schleusraum durch einen beweglichen Verschlusskörper und wenigstens einen diesem in seiner Bewegungsbahn gegenüberliegenden Dichtungspartner gegen den Vorbehälter oder Stauraum verschließbar ist.

Vorrichtungen dieser Art sind der EP 0 166 959 B1 zu entnehmen; diese zeigt einlaufseitig einen kegelförmigen Verschlusskörper, in dessen Zentrum eine von einem elastischen Kragen umgebene Entlüftungsöffnung taktweise von einem gestuften Kegel aus elastischem Material geschlossen und geöffnet wird. Die jenem Verschlusskörper entgegenliegende Dichtung soll durch die -- durch einen darunter befindlichen ringförmigen Kanal -- zugeleitete Förderluft so verformt werden, dass letztere gleichmäßig auf den Verschlusskörper gerichtet austritt und so beim Schließvorgang die Berührungslinie Verschlusskörper - Dichtung produktfrei bläst. Hierdurch soll eine druckdichte Abdichtung des inneren Schleusraumes zum Vorratsbehälter hin sichergestellt werden. Die Entspannung der Druckluft am Ende des Förderaktes erfolgt unmittelbar durch die nun offene zentrale Öffnung im Verschlusskegel in den darüber befindlichen, mit dem zu transportierenden Produkt gefüllten Vorratsbehälter. Die Luft muss durch die Poren des Produktes strömen.

Es hat sich gezeigt, dass die Luftverteilung durch die verformbare Dichtung nicht so gleichmäßig ist, dass der Verschlusskörper immer druckdicht gegen die Dichtkante der Dichtung schließt. Weiter wurde mit Dehnmessstreifenmessungen an Vorbehälterwandungen festgestellt, dass die durch

die Produktporen strömende Abluft bei höheren Vorbehältern -- beispielsweise in Silos -- Drücke aufbaut, die eine größere Wanddicke an diesen Behältern und damit höhere Kosten notwendig machen.

5

Dieser Mangel wurde durch die in EP 0 270 012 B1 beschriebene Erfindung dadurch beseitigt, dass die Entspannungsluft aus dem Schleusraum durch ein Rohrstück am Verschlusskegel mit einer oberhalb des Fließweges vom Schüttgut angeordneten Öffnung in ein Einlaufgehäuse geleitet und durch eine zentrische Öffnung des Einlaufgehäuses abgeleitet wird. Ist der Druck im Schleusraum abgebaut, fällt der Verschlusskegel nach unten und die Öffnung im Rohrstück wird in dieser Position des Verschlusskegels durch eine elastische Kegelspitze verschlossen. Die Öffnung ist nur beim Entspannungsvorgang offen; sowohl beim Fördervorgang der Vorrichtung als auch beim Einlaufen des Schüttgutes in den Schleusraum ist die Öffnung durch die elastische Kegelspitze verschlossen. Deshalb muss die vom in den Schleusraum einfließenden Schüttgut verdrängte Luft im Gegenstrom durch das einfließende Schüttgut geführt werden. Dies verlängert die zum Füllen des Schleusraumes erforderliche Zeitspanne.

Eine nicht unerhebliche Dauer des Füllvorganges entsteht auch beim Gegenstand der EP 0 166 951 B1. Bei dieser ist unterhalb des Verschlusselementes des Austrages des Schleusraumes eine Zuführleitung für Förderluft vorgesehen. Der größte Anteil der Förderluft tritt hier ein, bedingt durch den kleinen Querschnitt mit relativ hoher Strömungsgeschwindigkeit. Durch die im Mündungsquerschnitt beschleunigte Strömung entsteht ein Druckabfall im Auslaufgehäuse. Im Zusammenwirken mit dem aus dem Schleusraum nachfließenden und dem durch die Förderleitung abströmenden Produkt-Luftgemisch wird dadurch eine Auf- und Abbewegung der Auslaufklappe erzeugt. Hierdurch initiiert der von der Auslaufklappe betätigte Schalter Entlüftungsvorgänge, ehe der Schleusbehälter völlig entleert ist. Es entsteht Verschleiss in den Abluft-

leitungen und durch den nicht gänzlichen Auslauf des Schüttgutes aus dem Schleusraum ein Förderleistungsverlust. Ordnet man die Luftzuführung etwa 3 m stromabwärts an der Förderleitung an, wird der beschriebene Effekt beseitigt, wie der EP 0 270 012 B1 entnommen zu werden vermag. Da dann aber der Produkttransport vom Auslaufgehäuse bis zu dieser Lufteinspeisestelle nur von der am einlaufseitigen Verschlusskopf zugegebenen Luftmenge überwunden werden muss, wird die Förderleistung vermindert.

Die zu erreichende Förderleistung hängt von der Dauer der Taktzeit ab. Die Taktzeit setzt sich hauptsächlich zusammen aus der Entleerungszeit und der Füllzeit des Schleusraumes. Die Entleerungszeit ist im wesentlichen abhängig von den Schüttguteigenschaften, dem Förderweg, dem Förderquerschnitt, der Förderluftgeschwindigkeit und dem Förderdruck. Die Füllzeit des Schleusraumes wiederum wird i. w. von den Schüttguteigenschaften, dem Zulaufquerschnitt, dem offenen Querschnitt des Verschlusskopfes und den Strömungsverhältnissen im geöffneten Verschlusskopf bestimmt, wenn das Schüttgut in den Schleusraum einfließt. Es hat sich gezeigt, dass der Einlauf nur mit relativ körnigen und schweren Schüttgütern -- etwa Quarzsand und Kristallzucker -- sicher und schnell erfolgt. Bei leichten staubförmigen Schüttgütern ist der Einlauf unsicher und die Einlaufzeit sehr lange, so dass keine ausreichenden Förderleistungen mit diesen Vorrichtungen erreicht werden.

Auch bei der Vorrichtung nach EP 0 270 012 B1 werden leichte Fördergüter im Einlaufgehäuse durch die im Gegenstrom aufsteigende Luft fluidisiert und füllen das Einlaufgehäuse weitgehend auf. Bei der nächsten Entlüftung des Schleusenraumes werden dann erhebliche Mengen des Fördergutes durch die zentrische Öffnung des Einlaufgehäuses ausgetragen. In der Praxis kann man die Förderluftmengen dieser Vorrichtungen durch einstellbare Drosselventile fest einstellen; eine Regelung der Druck- und Beladungsverhältnisse des Förderstromes erfolgt nicht. Dadurch ist es nicht mög-

lich, die Energie der eingespeisten Förderluft optimal auszunutzen. Zum dauerhaften druckdichten Abschluss des Schleusraumes sind an den bekannten Vorrichtungen Dichtelemente aus elastischem Werkstoff erforderlich. Der zulässige Temperaturbereich wird von den Eigenschaften dieser Materialien sehr begrenzt.

In Kenntnis dieses Standes der Technik hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt, eine einfache Vorrichtung und ein Förderverfahren für diese zu schaffen, mit der/dem die Förderleistungen gesteigert zu werden vermag und auch leichte staubförmige Schüttgüter in eine Förderleitung eingeschleust werden können. Zudem soll der Fördervorgang wirtschaftlicher gestaltet, und es sollen auch heiße Fördergüter in eine Förderleitung eingespeist werden können.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt die Lehre des unabhängigen Patentanspruches; die Unteransprüche geben günstige Weiterbildungen an. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale.

Erfindungsgemäß weist der Verschlusskörper mindestens eine Entlüftungsöffnung auf, die in einen Luftabführkanal mündet sowie bei der aufwärtigen Schließbewegung eines Hubelementes mit einem Dichtkörper verschließbar ist; dessen abwärtiger Öffnungsweg ist zudem kürzer als der abwärtige Weg des Hubelementes mit dem Dichtkörper. Dazu hat es sich als günstig erwiesen, den Verschlusskörper so zu gestalten, dass er sich von einem eine innere Dichtkante bildenden engen Querschnitt zum Dichtkörper hin trichterartig erweitert und der enge Querschnitt ringförmiger Sitz für den Dichtkörper in Schließstellung ist.

Nach weiteren Merkmalen der Erfindung ist von der Entlüftungsöffnung des Verschlusskörpers ein Luftabführkanal zu einem Durchbruch in einem den Schleusraum vorgeordneten Einlaufgehäuse geführt, und der Luftabführungschanal ist in

Betriebszustand am Durchbruch mit einer Abluftleitung verbunden. Zudem soll der Dichtkörper mit einer Kegelspitze für den ringförmigen Sitz versehen sein.

- 5 Der einlaufseitig im Schleusraum vorgesehene, in Schließstellung gegen eine umlaufende Kante dichtende Verschlusskörper weist also zumindest eine Entlüftungsöffnung auf, die in einen Luftabführkanal mündet und bei der aufwärtigen Schließbewegung mit dem Dichtkörper verschlossen wird.

10 Dank dieser Anordnung kann die vom einlaufenden Schüttgut aus dem Schleusraum verdrängte Luft den Schleusraum durch die Entlüftungsöffnung des Verschlusskörpers verlassen, ohne den einlaufenden Schüttgutstrom zu bremsen. Wird am
15 Einlaufgehäuse beim Einlaufen des Schüttgutes in den Schleusraum zusätzlich Luft abgesaugt, so wird der Luftaustritt aus dem Schleusraum beschleunigt und damit die Einlaufzeit des Schüttgutes weiter verkürzt. Besonders für leichte feinkörnige Schüttgüter ist es vorteilhaft, die
20 Entlüftungsöffnung im Verschlusskörper und die Luftaustrittsöffnung des Einlaufgehäuses wegunabhängig zu verbinden. Dies kann erfindungsgemäß beispielsweise durch teleskopartig ineinander geführte Hohlprofile oder durch einen Faltenbalg erfolgen. Dank dieser Maßnahmen ist die
25 Luftabführung optimal und die erforderliche Schüttguteinlaufzeit sehr kurz. Diese Kanäle können leicht so ausgebildet werden, dass -- wie gesagt -- der mögliche Öffnungsweg des Verschlusskörpers geringer ist als der Öffnungsweg des Hubantriebes.

30 Zur Luftabführung eignen sich Ventilatoren, besonders aber Injektoren, die sich sehr vorteilhaft in einem Abluftkanal anordnen lassen. Als Hubantrieb sind besonders -- an sich bekannte -- pneumatisch betätigte Balgzylinder sowie
35 doppeltwirkende Pneumatikzylinder, deren Auf- und Abbewegung durch wechselseitige Beaufschlagung der beiden Kolbenflächen erfolgt, aber auch einfach wirkende Pneumatikzylinder mit Plungerkolben geeignet. Bei der Ausfüh-

5 rung mit Plungerkolben erfolgt die Schließbewegung mittels Druckluft, die Öffnungsbewegung entweder durch das Gewicht des Plungerkolbens und des Verschlusskörpers oder durch Beaufschlagung der Kolbenfläche mit Unterdruck. Dann wird die geöffnete Stellung durch Saugen am Plungerkolben erreicht.

10 Mit dieser Vorrichtung können Einrichtungen -- etwa Stifte und Führungen -- kombiniert sein, die den Verschlusskörper bei seiner Auf/Ab-Bewegung um seine Achse etwas drehen. Dadurch werden die Berührungsflächen von Verschlusskörper und umlaufender Dichtkante dauerhaft geglättet, riefenfrei gehalten und bleiben, auch wenn der Verschlusskörper und die umlaufende Dichtkante aus zähhartem Material -- z. B. Stahl -- bestehen, dauerhaft ausreichend dicht. Damit ist eine
15 Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch für heiße Schüttgüter geschaffen. Besteht die Dichtung, welche die umlaufende Dichtkante bildet, aus elastischem Werkstoff, so kann sie so ausgestaltet sein, dass die Schließbewegung des Verschlusskörpers zumindest zum Teil in eine
20 Verstärkung der Dichtwirkung umgesetzt wird. Dank dieser Ausführung können sich deutlich einfacherer Vorrichtungen -- besonders zum Einschleusen granulatartiger Stoffe -- in pneumatische Förderleitungen herstellen lassen als dies mit Vorrichtungen nach dem Stand der Technik möglich ist.

25 Die Einspeisung der Förderluft kann -- wie bekannt -- zum einen in den Schleusraum durch einen auf den Verschlusskörper gerichteten Luftschleier und zum anderen, in Fließrichtung gesehen, hinter dem Auslaufquerschnitt des Schleusraumes erfolgen. Ist auch am Schleusraumausgangsquerschnitt
30 ein Ventil vorhanden, so kann erfindungsgemäß ebenfalls hier ein Luftschleier zur Reinigung der Dichtkanten dieses Ventils auf diese gerichtet werden. Dies ist besonders bei zähharter Ausführung dieses Ventils vorteilhaft.

35 Die Zuführung der Förderluft nach dem Ventil soll erfindungsgemäß großflächig erfolgen. Damit werden von der eingespeisten Förderluft ausgehende Druckschwankungen in die-

sem Bereich verhindert. Die beiden Luftströme können --
entsprechend dem Stande der Technik -- durch Drosselventile
oder Blenden eingestellt werden. Vorteilhafter ist es aber,
erfindungsgemäß die beiden Luftströme entsprechend dem im
5 Schleusraum oder am Förderleitungsanfang schwankenden Druck
zu steuern; dadurch ist es möglich, die Energie der zuge-
führten Druckluft optimal auszunutzen.

10 Bis ein vorgewählter Förderdruck erreicht ist, wird haupt-
sächlich dem Schleusraum Druckluft zugeführt, dann der dem
Schleusraum nachgeschalteten Lufteinspeisung, bis der För-
derdruck unter den vorgewählten Förderdruck abgesunken ist.
Dadurch wird erreicht, dass das Verhältnis von Fördergut-
menge zu Förderluftmenge immer nahezu optimal gehalten
15 wird, für einen anteiligen Luftstrom können die Luftein-
speisstellen durch Kanäle verbunden sein.

Besonders bei Fördergütern mit schlechtem Lufthaltevermögen
ist es vorteilhaft, mit der Lufteinspeisung an dem -- dem
20 Schleusraum nachgeschalteten -- Ventil eine Lufteinspeisung
am Förderrohranfang zu koppeln. Es können auch mehrere
Lufteinspeisestellen entlang der Förderleitung angewandt
werden, deren Steuerung von der erfindungsgemäßen Vorrich-
tung aus erfolgt. Die Schaltung der Lufteinspeisung kann
25 pneumatisch oder elektropneumatisch erfolgen.

Im Rahmen der Erfindung liegt es auch, bei einer eingangs
beschriebenen Vorrichtung zum Einschleusen von Schüttgut
aus einem Vorbehälter oder einem Stauraum durch einen
30 Schleusraum in eine pneumatische Förderleitung -- bei
welcher der Schleusraum durch einen axial bewegbaren
Verschlusskörper und wenigstens einen diesem in seiner
Bewegungsbahn gegenüberliegenden Dichtungspartner gegen den
Vorbehälter oder Stauraum verschließbar ist -- den einen
35 der Dichtungspartner als eine querschnittlich einends
eingespannte flexible Dichtungsfläche sowie den anderen als
eine deren freien Randbereich mitnehmende und sie in der
Bewegungsbahn zunehmend verformende Dichtkante zu

gestalten; diese Dichtungsfläche soll bevorzugt ein den Verschlusskörper umgebender Ring sein. Hierfür wird ebenso gesondert Schutz begehrt wie für eine Ausgestaltung, bei welcher die Dichtungsfläche eine querschnittlich einends
5 gehäuseseitig eingespannte Dichtlippe, und der Verschlusskörper mit wenigstens einer vorspringenden Dichtkante sowie mit zumindest einem die Dichtlippe untergreifenden Mitnehmer versehen ist. Es entsteht so ein äußerst effizienter und einfacher Abdichtungsbereich.

10 Die Maßgabe, den unteren Randbereich des sich gegen die Hubrichtung trichterartig erweiternden Verschlusskörpers unter Bildung der Dichtkante und eines geneigten Randabschnittes einwärts zu verformen, ermöglicht es zum
15 einen, die erforderliche Dichtkante auf einfache Weise herzustellen sowie zum anderen, an dem geneigten Randabschnitt die dann davon abragenden Mitnehmer anzubringen.

20 Nach einem anderen Merkmal der Erfindung ist die Dicke der Dichtlippe größer als der Abstand der/des Mitnehmer/s von der Dichtkante, so dass diese nach dem Anheben des Randbereiches durch die Mitnehmer in die Lippenkante einzugreifen vermag.

25 Bei einer anderen Ausgestaltung ist die verformbare Dichtung Teil des Verschlusskörpers und ihre Lippenkante zum Rande einer ortsfesten Öffnung der Vorrichtung gerichtet.

30 In jedem Falle hat es sich als günstig erwiesen, die Dichtlippe einends zwischen zwei Flanschen zu verklemmen. Zudem soll die Dichtlippe querschnittlich in einem Winkel von ihrer Einspannstelle abwärts geneigt sein, so daß ihre
35 Lippenkante gegen die Hubrichtung weist. Letztere soll im übrigen in deren entspannter Stellung der Dichtlippe etwa parallel zum Hubweg bzw. der Längsachse der Vorrichtung verlaufen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus,
dass während des Einlaufens des Schüttgutes aus dem
Schleusraum verdrängte Luft durch zumindest eine Entlüf-
5 tungsöffnung im Verschlusskörper, die in einen Luftabführ-
kanal übergeht, abgeleitet wird. Die verdrängte Luft kann
zudem aus dem Schleusraum abgesaugt werden. Als vorteilhaft
hat sich erwiesen, die Förderluft an mindestens zwei Ein-
speisestellen der beschriebenen Vorrichtung zuzuführen und
10 diese Einspeisestellen abhängig von einem vorgegebenen
Sollwert des Förderdrucks und einem momentanen Istwert des
Förderdrucks wechselweise zu steuern.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung. Diese zeigt in:

- Fig. 1: einen Längsschnitt durch eine Vorrichtung zum Einschleusen von Schüttgut in eine pneumatische Förderleitung in Einlaufstellung;
- Fig. 2: einen vergrößerten Ausschnitt aus Figur 1;
- Fig. 3: eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung einer anderen Ausgestaltung der Vorrichtung, die besonders für heiße Schüttgüter geeignet ist;
- Fig. 4: einen vergrößerten Ausschnitt aus Figur 3;
- Fig. 5: ein gegenüber Fig. 1 vergrößertes Detail einer Ausgestaltung eines Dichtsystems an einer Vorrichtung zum Fördern granulatartiger Stoffe in zwei Halbschnitten von zueinander unterschiedlichen Betriebsstellungen;
- Fig. 6: ein Steuerschema zur Einspeisung von Förderluft in die Vorrichtung.

Eine Vorrichtung 10 zum Einschleusen von -- in der Zeichnung nicht dargestelltem -- Schüttgut in eine pneumatische Förderleitung 12 weist über einem -- an einem Flanschstück 14 mit Ringspaltdüse 15 samt Druckluftanschluss 16 endenden -- Anschlussbogen 18 einen sich zu diesem konisch verjün-

genden Sockelteil 20 eines Schleusgehäuses 22 auf. Dieses umgibt einen zylindrischen Schleusraum 24 der lichten Höhe h, an dessen oberem Ende einerseits ein Druckmesser 26 vorgesehen ist sowie andererseits eine Maximumsonde 27 einragt; bei 28 ist im Sockelteil 20 eine Leersonde angedeutet.

Einem oberen Ringflansch 23 des Schleusgehäuses 22 liegt ein ringförmiger Spülflansch oder Gehäusedeckel 30 auf, der an seinem inneren Ringrand mit einer Blaseinrichtung 32 versehen ist; von dieser geht ein radialer Druckluftanschluss 33 aus.

Auf dem Gehäusedeckel 30 ist ein turmartiges Einlaufgehäuse 34 mit Schraubbolzen 35 festgelegt, dessen -- einen Stauraum bildender -- Einlaufraum 36 von einer Firstwand 38 überspannt ist. Diese enthält an einem zentrischen Durchbruch 40 einen Injektor 41 mit Druckluftzuleitung 42. Der in die Gehäuselängsachse A fallende Durchbruch 40 durchsetzt auch einen von der Firstwand 38 aufragenden Anschlussflansch 44 für eine nicht wiedergegebene Abluftleitung. In den Einlaufraum 36 mündet seitlich ein von diesem aufwärts geneigtes Zulaufrohr 46 für das Schüttgut.

Vom Gehäusedeckel 30 ragen bolzenartige Rundstäbe 48 achsparallel in den Schleusraum 24, an welche andernends eine -- am oberen Rand des Sockelteils 20 angeordnete -- Tragplatte 50 für ein höhenveränderliches Hubelement 52 angeschlossen ist; letzteres ist beispielhaft als Balgzylinder ausgebildet, in den ein -- unterhalb der Tragplatte 50 erkennbarer -- Luftanschluss 54 mündet.

Der Balgzylinder 52 trägt axial einen zylindrischen Dichtkörper 56 des Druckmessers d mit aufwärts ragender Kegelspitze 57. Beidseits dessen ragen von den Rundstäben 48 -- in Abstand i zum Gehäusedeckel 30 -- radial Auflagen 58 ab.

Ein als Faltenbalg ausgebildeter Luftabführkanal 60 ist an der Unterseite der Firstwand 38 -- deren zentrischen Durch-

bruch 40 umgebend -- festgelegt. Der Faltenbalg geht nach unten hin an einer zylindrischen Entlüftungsöffnung 62 mit sich konisch erweiterndem Ringsitz 63 für jene Kegelspitze 57 in einen sich vom Ringsitz 63 konisch erweiternden Verschluss- oder Trichterkörper 64 über, dessen Trichterrand 66 jenen Auflagen 58 aufsitzt; diese begrenzen den Öffnungsweg des Verschlusskörpers 64 in Pfeilrichtung x.

10 Zwischen einer an der Oberseite des Gehäusedeckels 30 erkennbaren Dichtkante 70, die von einem Einsatzring 71 des Einlaufgehäuses 34 angeboten wird, und dem Verschlusskörper 64 ist ein ringförmiger äußerer Einlaufquerschnitt 72 der Breite b vorgesehen, durch den das Schüttgut in den Schleusraum 24 einfließt.

15 In der in Fig. 1 wiedergegebenen unteren Stellung des Dichtkörpers 56 bildet sich zwischen diesem und dem Verschlusskörper 64 ein Entlüftungsspalt 74 (Fig. 2).

20 Im dargestellten Beispiel der Fig. 1, 2 sind der Verschlusskörper 64 und der Luftabführkanal 60 einstückig mit eingefügten Verstärkungseinlagen 68 aus verschleißfestem elastischem Werkstoff gefertigt. Dadurch können die Dichtkante 70 und der Dichtkörper 56 aus hartem Material bestehen. Die Schleusvorrichtung 10 arbeitet taktweise. In der
25 dargestellten Füllphase fließt das Schüttgut durch das Einlaufgehäuse 34 und den Einlaufquerschnitt 72 in den leeren Schleusraum 24. Die vom Schüttgut verdrängte Luft wird -- unterstützt von dem durch die Druckluftzuleitung 42 gespeisten Injektor 41 -- gegen Pfeilrichtung x intensiviert
30 durch den Entlüftungsspalt 74 und den Luftabführkanal 60 zu der am Anschlussflansch 44 anschließbaren Abluftleitung geführt.

35 Nach Ansprechen der Maximumsonde 27 oder nach Ablauf einer einstellbaren Füllzeit wird der Balgzylinder 52 durch den Luftanschluss 54 mit Druckluft beaufschlagt. Er hebt den Dichtkörper 56 gegen ihren Ringsitz 63 am Verschlusskörper

64 und versperert so den Abluftweg. Auf seinem weiteren Hubweg hebt der Balgzylinder 52 mittels des Dichtkörpers 56 den Verschlusskörper 64 gegen die umlaufende Dichtkante 70 und versperert so der gleichzeitig durch die Blaseinrichtung 32 zugeführten Förderluft den Weg ins Einlaufgehäuse 34. Im Schleusraum 24 baut sich der Förderdruck auf. Das Schüttgut wird der Ringspaltdüse 15 zugeführt und mit der dort gleichzeitig ausströmenden Druckluft durch die Förderleitung 12 abgefördert.

Ist der Schleusraum 24 leer, so wird dies durch die Leer-sonde 28 erfasst. Ist die Förderleitung 12 schließlich schüttgutfrei, wird dies durch den Druckabfall vom Druckmesser 26 erfasst. Eines der beiden Signale wird zur Einleitung der Entspannung der Druckluft im Balgzylinder 52 genutzt.

Der Balgzylinder 52 verkürzt sich, am Dichtkörper 56 bildet sich der Entlüftungsspalt 74 zum Ringsitz 63 des Verschlusskörpers 64. Der Restdruck aus dem Schleusraum 24 kann zur Abluftleitung entweichen. Nach dem Druckabbau im Schleusraum 24 fällt der Verschlusskörper 64 auf die Auflagen 58 und gibt dadurch den Einlaufquerschnitt 72 wieder frei. Der Entlüftungsquerschnitt 74 bleibt offen, neues Schüttgut kann einfließen. Die vom Schüttgut im Schleusraum 24 verdrängte Luft wird vom Injektor 41 abgezogen.

In dem vergrößerten Ausschnitt nach Fig. 2 ist vor allem der zwischen dem Ringsitz 63 des Verschlusskörpers 64 und der Kegelspitze 57 des Dichtkörpers verlaufende offene Entlüftungsspalt 74 zu erkennen, durch den die vom einfließenden Schüttgut verdrängte Luft ungehindert abströmen kann.

Das Hubelement der Vorrichtung 10_a nach Fig. 3 ist als ein dem Trichter- oder Verschlusskörper 64_a koaxial vorgesetzter Pneumatikzylinder 52_a mit Plungerkolben 53 ausgeführt, der sich nach oben in den nach oben konischen

Dichtkörper 56_a fortsetzt. Zur Aufwärtsbewegung dieses Plungerkolbens 53 wird durch den Anschluss 54 Druckluft in den Pneumatikzylinder 52_a geleitet, zur Abwärtsbewegung Unterdruck an den Anschluss 54 gelegt. Bei seiner
5 Aufwärtsbewegung verschließt der Dichtkörper 56_a den Entlüftungsquerschnitt oder -spalt 74, der in den hier als Hohlprofil des Außendurchmessers e ausgebildeten Luftabführkanal 60_a übergeht und in der geöffneten Stellung der Vorrichtung 10_a mit einem endwärtigen Außenwulst 76 --
10 wie Fig. 4 verdeutlicht -- einem Innenbund 78 eines von der Firstwand 38 nach unten stehenden hohlen Kopfprofil 61 größeren Außendurchmessers e₁ aufliegt. Dank dieser Ausbildung wird der Entlüftungsquerschnitt 74 in geöffneter Stellung der Vorrichtung 10_a in der das Schüttgut in den
15 Schleusraum 24 einfließt, einerseits offen gehalten, andererseits ist der Verschlusskörper 64_a frei beweglich, bis er auf seinem Schließweg in Richtung y den als Dichtkante wirkenden umlaufenden Ringsitz 63 erreicht und damit den Schleusraum 24 zum Einlaufgehäuse 34 hin
20 abdichtet.

Am äußeren Umfang des Verschlusskörpers 64_a sind schräge Führungsflächen angeordnet, die mittels von den Rundstäben 48 abragender Nocken 58_a den Verschlusskörper 64_a bei sei-
25 ner axialen Vertikalbewegung schrittweise um die Gehäuse-längsachse A drehen. Dadurch werden partielle Undichtigkeiten, die z. B. durch Riefenbildung an der Dichtkante 70 entstehen können, beseitigt. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn bei heißem Schüttgut die Dichtkanten 70 aus zäh-
30 hartem, hitzebeständigem Material bestehen müssen.

Die Blaseinrichtung 32 zur Erzeugung des auf den Verschlusskörper 64_a gerichteten Luftschleiers ist hier als Ringdüse mit tangentialer Lufteinspeisung durch den An-
35 schluss 33_a ausgeführt. Die Förderleitung 12 mit der Ringspaltdüse 15 ist mittels eines Auslaufventils 82 im Anschlussbogen 18_a vom Schleusraum 24 abkoppelbar. In diesem ist bei 80 ein poröser Konus mit Luftanschluss 81 skiz-

ziert, durch den der Fördergutaustrag aus dem Schleusraum 24 unterstützt wird.

Das Auslaufventil 82 ist beispielhaft mit einem kegeligen Schließkopf 84 mit Plungerkolben 53_a ausgeführt. Mittels einer tangential angeströmten Ringspaltdüse 88 wird der Sitz 86 des Auslaufventils 82 beim Schließvorgang mittels Luftschleier produktfrei geblasen. Auch andere Ventiltypen -- etwa Schieber oder Klappen -- können als Auslaufventil eingesetzt werden.

Der Schließkopf 84 wird wechselweise zum Verschlusskörper 64_a bewegt. Dadurch kann der Fördervorgang in der Förderleitung 12 bei drucklosem Schleusraum 24 aufrecht erhalten werden, wenn die Förderluftzuführung durch die Ringspaltdüse 15 des Flanschstückes 14 weiterhin erfolgt.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform des Dichtsystems zwischen Einlaufgehäuse 34, dem Schleusraum 24 und dem Verschlusskörper 64 -- wie auch 64_a -- sowie deren Funktion verdeutlicht Fig. 5 in zwei Halbschnitten. Die linke Hälfte der Fig. 5 zeigt die untere Stellung des Verschlusskörpers 64 auf seinem Schließweg y an einer in eine Paarung von Flanschen 89 von Schleusgehäuse 22 und Einlaufgehäuse 34 in einem Neigungswinkel w von etwa 40° geneigt eingespannten Dichtung oder Dichtlippe 90 mit hier achsparalleler Lippenkante 91. Die obere Stellung des Verschlusskörpers 64, in der ein dichter Abschluss zwischen Einlaufgehäuse 34 und Schleusraum 24 erreicht ist, gibt die rechte Hälfte der Fig. 5 wieder.

Dieses Dichtsystem besteht aus dem Verschlusskörper 64 mit von ihm nach oben ragendem Luftabführkanal 60, dem Hubelement 52 sowie der elastischen Dichtung 90. Der sich nach unten trichterartig erweiternde Verschlusskörper 64 weist einen -- an einer Dichtkante 94 -- querschnittlich einwärts gebogenen Randabschnitt 95 auf, von dem radial stiftartige Mitnehmer 92 abragen. Deren Abstand z von der

Dichtkante 94 ist kürzer als die Dicke t der Dichtung 90. Bei der Hubbewegung dieses Verschlusskörpers 64 eines maximalen Außendurchmesser n untergreifen die Mitnehmer 92 die Dichtung 90 so, dass deren Randbereich nach oben mitgenommen wird sowie sich deren Innendurchmesser q vermindert; die Lippenkante 91 der Dichtung 90 schmiegt sich dicht der umlaufenden Dichtkante 94 an, wie dies in Fig. 5 zur Verdeutlichung etwas überhöht dargestellt ist. Versuche haben ergeben, dass es ausreichend ist, wenn die Dichtkante 94 nur Bruchteile eines Millimeters in die Dichtung 90 eindringt.

Durch die Gestalt der Dichtung 90 und/oder eine Armierung der Dichtung 90 kann deren Verformungsverhalten optimal bestimmt werden.

Das System gestattet es auch, die verformbare Dichtung 90 - nicht dargestellt -- als Teil des Verschlusskörpers 64 auszubilden; sie fährt in eine feststehende Öffnung ein und verformt sich dort so, dass sich ihr Außendurchmesser vergrößert und so einen dichten Abschluss in der Öffnung erzeugt.

Bei einer besonders vorteilhaften Lufteinspeissteuerung für die Schleusvorrichtung 10, 10_a fließt gemäß Fig. 6 von einer Druckluftquelle 96 Druckluft durch eine Leitung 97 einem Vergleicher 98 zu. In diesen mündet zudem eine Zuleitung 100, die mit dem Ist-Förderdruck der in Fig. 6 nicht wiedergegebenen Schleusvorrichtung 10, 10_a beaufschlagt ist, mit einem an einem Sollwert-Geber 102 vorgegebenen Förderdruck durch eine Zuleitung 100_a.

Am Ausgang des Vergleichers 98 sind Druckluftleitungen 104 und 104_a angeschlossen; die Druckluftleitung 104 führt an den Anschluss 33 der Blaseinrichtung 32, gegebenenfalls zum Anschluss 81 des porösen Konus 80 (Fig. 3). Der Druckluftausgang 104_a ist der Ringspaltdüse 15 des Flanschstückes 14 zugeordnet und kann zu Anschlüssen entlang der Förder-

leitung 12 weitergeführt werden. Beide Druckluftleitungen 104, 104_a sind durch eine Drosselstrecke 106 mengenbegrenzt miteinander verbunden.

- 5 Der Vergleicher 98 schaltet die abgehenden Druckluftleitungen 104, 104_a wechselsweise so, dass -- wenn der Ist-Förderdruck an der Zuleitung 100 gleich oder größer ist als der vom Sollwert-Geber 102 vorgegebene Druck -- die durch die Leitung 97 zufließende Druckluft der abgehenden Druck-
- 10 luftleitung 104_a zugeleitet wird. Ist der Ist-Förderdruck an der Zuleitung 100 kleiner als der Soll-Förderdruck an der Zuleitung 100, wird die Druckluft der abgehenden Druckluftleitung 104 zugeschaltet.
- 15 Der Vergleicher 98 kann direkt pneumatische Signale verarbeiten oder elektrische, wenn das durch die Zuleitung 100 zugeführte Signal in ein elektrisches Signal umgewandelt und das Sollwert-Signal elektrisch vorgegeben wird.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Einschleusen von Schüttgut aus einem Vorbehälter oder einem Stauraum durch einen Schleusraum in eine pneumatische Förderleitung, wobei der Schleusraum durch einen axial bewegbaren Verschlusskörper und wenigstens einen diesem in seiner Bewegungsbahn gegenüberliegenden Dichtungspartner gegen den Vorbehälter oder Stauraum verschließbar ist, dadurch gekennzeichnet,

dass der Verschlusskörper (64, 64_a) mindestens eine Entlüftungsöffnung (62) aufweist, die in einen Luftabführkanal mündet und bei der aufwärtigen Schließbewegung (y) eines Hubelementes (52, 52_a) mit einem Dichtkörper (56, 56_a) verschließbar ist, wobei dessen abwärtiger Öffnungsweg (x) kürzer ist als der abwärtige Weg des Hubelementes mit dem Dichtkörper.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Verschlusskörper (64, 64_a) von einem eine innere Dichtkante (63) bildenden engen Querschnitt zum Dichtkörper (56, 56_a) hin trichterartig erweitert und der enge Querschnitt ringförmiger Sitz für den Dichtkörper in Schließstellung ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass von der Entlüftungsöffnung (62) des Verschlusskörpers (64, 64_a) ein Luftabführkanal (60; 60_a, 61) zu einem Durchbruch (40) in einem den Schleusraum (24) vorgeordneten Einlaufgehäuse (34) geführt und der Luftabführkanal am Durchbruch mit einer Abluftleitung verbindbar ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Dichtkörper (56, 56_a) mit ei-

ner Kegelspitze (57) für den ringförmigen Sitz (63) versehen ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Verschlusskörper (64, 64_a) im Bereich seiner Entlüftungsöffnung (62) mit einem längenveränderlichen Luftführungselement (60; 60_a, 61) als Luftabführkanal verbunden ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch einen Faltenbalg (60) als Luftführungselement.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch teleskopartig axial gegeneinander verschiebbliche Rohrelemente (60_a, 61) als Luftführungselement.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch ein an den Verschlusskörper (64, 64_a) angefügtes Hohlprofil (60_a), das andernends axial verschieblich in einem es teilweise umgreifenden Kopfprofil (61) lagert.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Außenwulst (76) an dem dem Verschlusskörper (64, 64_a) fernen Ende des Hohlprofils (60_a) an einen Innenbund (78) des umgebenden Kopfprofils (61) anschlagbar ausgebildet ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass dem unteren Trichterrand (66) des Verschlusskörpers (64, 64_a) im Schleusraum (24) vorgesehene Anschlagelemente (58, 58_a) gegenüberstehen.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 10, gekennzeichnet durch eine Unterdruckquelle (41) am Luftabführkanal (60; 60_a, 61), an dem gegebenenfalls ein Injektor (41) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass den im Schleusraum (24) bewegbaren Verschlusskörper (64, 64_a) eine im wesentlichen ortsfeste Dichtkante (70, 91) als Dichtungspartner umgibt.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Blaseinrichtung (32) zum Erzeugen eines Luftschleiers der Dichtkante (70,91) und dem Verschlusskörper (64, 64_a) zugeordnet ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Blaseinrichtung (32) als Ringspaltdüse mit tangentialer Luftzuführung (33) gestaltet ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass Dichtkante (70, 91) und Blaseinrichtung (32) im Übergangsbereich zwischen Einlaufgehäuse (34) und Schleusraum (24) bzw. einem diesen umgebenden Schleusgehäuse (22) angeordnet sind.
16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Blaseinrichtung (32) mit ihrer Luftzuführung (33) eine gesonderte Ringeinlage zwischen Einlaufgehäuse (34) und Schleusgehäuse (22) bildet.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Schleusraum (24) wenigstens teilweise mit einer luftführbaren Auskleidung versehen ist, insbesondere mit einem porösen Konus (80).
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass dem Schleusraum (24) ein Ventil (82) nachgeordnet und wechselweise mit dem in Einschleusrichtung (x) vor dem Schleusraum angeordneten Verschlusskörper (64, 64_a) schaltbar ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch eine dem Ventilsitz (86) für das Ventil (82) zugeordnete Blaseinrichtung (88), insbesondere eine Ringspaltdüse.
- 5 20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass dem Schleusraum (24) an seinem Auslauf eine Förderluftteilstromeinleitung (15, 16) nachgeordnet ist.
- 10 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Hubantrieb für den Dichtkörper (56) aus einem Balgzylinder (52) besteht.
- 15 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Hubantrieb für den Dichtkörper (46_a) aus einem Pneumatikzylinder (52_a) mit Kolben (53) besteht, insbesondere mit Plungerkolben.
- 20 23. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Verschlusskörper (64, 64_a) einerseits und feststehende Teile des Hubantriebes (52_a) andererseits mit Einrichtungen (58_a, 65) zum schrittweisen Verdrehen des Verschlusskörpers während seiner Hubbewegung um seine Längsachse (A) versehen sind.
- 25 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Balgzylinder (52) oder der Pneumatikzylinder (52_a) auf einer Tragplatte (50) im Schleusraum (24) angeordnet ist.
- 30 25. Vorrichtung nach Anspruch 9, 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlagemente (58, 58_a) bzw. die schleusraumseitigen Einrichtungen (65) an der Tragplatte (50) an letztere haltenden Stabprofilen (48) festgelegt sind.
- 35

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass einer der Dichtungspartner eine querschnittlich einends eingespannte flexible Dichtungsfläche (90) und der andere eine deren freien Randbereich mitnehmende und sie in der Bewegungsbahn zunehmend verformende Dichtkante (91) ist, wobei die Dichtungsfläche (90) bevorzugt ein den Verschlusskörper (64, 64_a) umgebender Ring ist.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungsfläche eine querschnittlich einends gehäuseseitig eingespannte Dichtlippe (90) ist und der Verschlusskörper (64_a) mit wenigstens einer vorspringenden Dichtkante (94) sowie mit zumindest einem die Dichtlippe untergreifenden Mitnehmer (92) versehen ist.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß der sich gegen die Hubrichtung (y) trichterartig erweiternde Verschlusskörper (64_a) nahe seinem Trichterrand unter Bildung der Dichtkante (94) und eines geneigten Randabschnittes (95) einwärts verformt ist, wobei gegebenenfalls von dem geneigten Randabschnitt die Mitnehmer (92) abragen.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke (t) der Dichtlippe (90) größer ist als der Abstand (z) der/des Mitnehmer/s (92) von der Dichtkante (94).

30. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die verformbare Dichtung (90) Teil des Verschlusskörpers (64_a) ist und ihre Lippenkante (91) zum Rande einer ortsfesten Öffnung der Vorrichtung gerichtet ist.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtlippe (90) einends zwischen zwei Flanschen (80) klemmend gehalten und/oder die Dichtlippe (90) querschnittlich in einem Winkel (w) von ihrer Einspannstelle (89) abwärts geneigt ist.
32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Lippenkante (91) der Dichtlippe (90) in deren entspannter Stellung etwa parallel zum Hubweg (y) bzw. der Längsachse (A) der Vorrichtung (10) verläuft.
33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass ein Vergleicher (98) mit einer Druckluftquelle (96) verbunden ist, an den eine Zuleitung (100) für den Ist-Förderdruck der Schleusvorrichtung (10, 10_a) sowie eine Zuleitung (100_a) von einem Sollwert-Geber (102) angeschlossen sind.
34. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass von dem Vergleicher (98) eine Druckluftleitung (104) für die Blaseinrichtung (32) und/oder eine Druckluftleitung (104_a) für eine Ringspaltdüse (15) am Luftaustrag (40) des Einlaufgehäuses (34) bzw. die luftführbare Auskleidung (80) des Schleusraumes (24) ausgehen/ausgeht.
35. Verfahren zum Einschleusen von aus einem Vorbehälter oder einem Stauraum durch einen Schleusraum in eine pneumatische Förderleitung mittels der Vorrichtung nach wenigstens einem der voraufgehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während des Einlaufens des Schüttgutes aus dem Schleusraum verdrängte Luft durch zumindest eine Entlüftungsöffnung im Verschlusskörper, die in einen Luftabführkanal übergeht, abgeleitet wird.

36. Verfahren nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, dass die verdrängte Luft aus dem Schleusraum (24) abgesaugt wird.
- 5 37. Verfahren nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderluft an mindestens zwei Einspeisestellen der Vorrichtung zugeführt wird und diese Einspeisestellen abhängig von einem vorgegebenen Sollwert des Förderdrucks und einem momentanten Istwert des Förderdrucks wechselweise gesteuert werden, wobei
10 gegebenenfalls mit der dem Schleusraum nachgeschalteten Förderlufteinspeisung Lufteinspeisungen in die der Vorrichtung nachgeschalteten Förderleitung gekoppelt werden.